

Zeitschrift: Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins
Herausgeber: Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke
Band: 56 (1965)
Heft: 16

Artikel: Das Unterwerk Westtirol der österreichischen Verbundgesellschaft
Autor: Königshofer, E. / Wagner, E.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-916394>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 30.01.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

voqué par l'ambiance de fête que crée un bon éclairage; les promeneurs seront plus nombreux, les touristes s'arrêteront plus volontiers si l'éclairage des chaussées est bien réalisé, d'où apports financiers supplémentaires pour les commerçants par le facteur réclame que cela représente. Comment tenir compte de ce côté du problème dans un calcul de rentabilité?

Enfin, créant intuitivement dans l'esprit des citoyens la notion de bon éclairage, ceux-ci en viendront tôt ou tard à adapter l'éclairage de leur home. C'est là encore un côté économique dont profitera le distributeur et qu'il nous paraît bien impossible de chiffrer.

En conclusion, bien que l'éclairage de la voie publique représente de la part des pouvoirs publics des dépenses importantes sans que, pour autant, ils puissent être bénéficiaires des gains qu'il permet de réaliser sur le plan des assurances ou de la collectivité, celui-ci est absolument rentable pour cette collectivité prise dans son ensemble. De plus, la diffé-

rence de prix entre un éclairage urbain médiocre et un éclairage public satisfaisant aux règles actuelles est si petite qu'il ne vaut sûrement pas la peine de s'arrêter à des demi-mesures car on diminue alors à tel point les avantages qu'il n'est pas sûr que les capitaux investis soient encore rentables.

Bibliographie

- [1] J.-C. Baillif: Aspects économiques de l'éclairage des autoroutes. Bull. ASE 55(1964)8, p. 364...367.
- [2] L. Carlo: Expériences faites dans le domaine de l'éclairage public. Bull. ASE 54(1963)5, p. 172...175 + N° 6, p. 211...216.
- [3] H. Gertig: Möglichkeiten der Beleuchtung von autobahnähnlichen Hochstrassen. Bull. ASE 53(1962)5, p. 192...197.
- [4] H. Wüger: Überlegungen zum Problem der Strassen- und Auto- beleuchtung. Bull. ASE 52(1961)14, p. 527...528.
- [5] J. B. de Boer: Eclairage et sécurité de circulation sur les auto- routes. Bull. ASE 50(1959)12, p. 553...561.

Adresse de l'auteur:

R. Richard, ingénieur EPF, Directeur du Service de l'électricité de la Ville Lausanne, 23, Place Chauderon, 1000 Lausanne.

Das Unterwerk Westtirol der österreichischen Verbundgesellschaft

Von E. Königshofer und E. Wagner, Wien

621.311.42 (436.4)

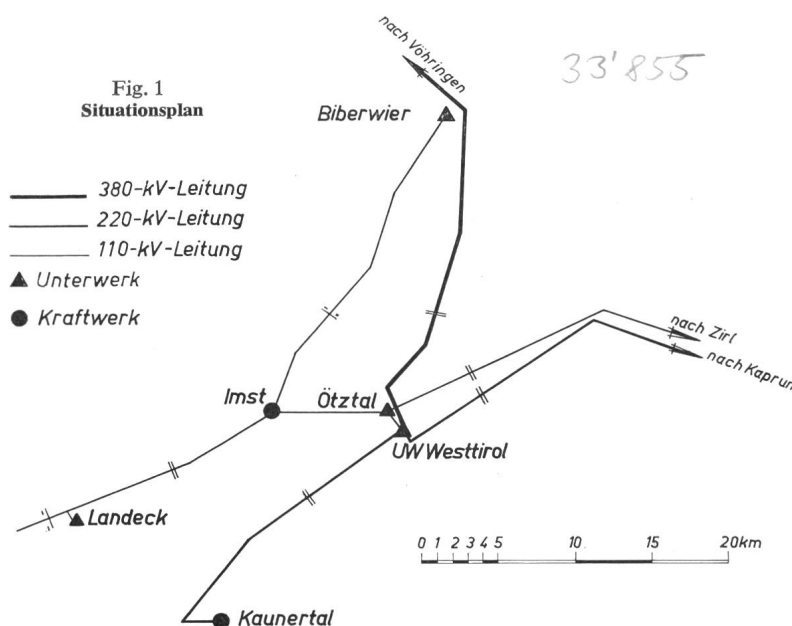
Zur Energieverteilung im Verbundbetrieb wurde im westlichen Teil Österreichs ein bedeutendes Unterwerk errichtet, welches vor allem dem Energieaustausch der österreichischen Verbundgesellschaft mit der Bundesrepublik Deutschland und dem Abtransport der Kaunertalenergie dient; in Zukunft soll es ferner eine intensivere Zusammenarbeit mit der Schweiz und Italien in die Wege leiten helfen. Bei Errichtung des Unterwerkes wurden moderne Gesichtspunkte des Schaltanlagenbaues verwirklicht und insbesondere richtunggebende Versuche über Kurzschlußseilzüge von Bündelleitern berücksichtigt.

Pour répartir l'énergie de réseaux interconnectés, une importante sous-station a été construite dans l'ouest de l'Autriche, pour assumer tous les échanges d'énergie entre la Österreichische Verbundgesellschaft et la République Fédérale d'Allemagne, ainsi que le transport de l'énergie produite dans la Kaunertal; elle permettra par la suite une coopération plus intensive avec la Suisse et l'Italie. Cette sous-station est aménagée selon les principes les plus modernes, en tenant compte notamment des essais relatifs au câbles de court-circuitage de conducteurs en faisceaux.

1. Allgemeines und Standortwahl

Das Gebiet der Öztaler Ache mit ihren Zubringern ist eines der an Wasserkraftvorkommen ergiebigsten Österreichs. Ihre Nutzbarmachung wurde im zweiten Weltkrieg der Westtiroler Kraftwerke AG übertragen, die mit den Ausbauarbeiten erst gegen Kriegsende begann. Die Arbeiten mussten bald eingestellt werden. Die zweite österreichische Republik erbte nur spärliche Rudimente einer Kraftwerkanlage, die, im Gegensatz zu den an der Donau, Enns und

Drau übernommenen, nicht zur Fortsetzung der Ausbauarbeiten anregten. In Aussicht genommen war auch die Errichtung einer Großschaltstation bei der Einmündung der Ötz in den Inn. Die Westtiroler Kraftwerke AG bestand nach Kriegsende als Studiengesellschaft weiter und befasste sich mit der Projektierung von Grosskraftwerken, wobei sowohl der integrale als auch der partielle Ausbau von Einzelanlagen, die sich schrittweise zusammenfügen lassen, behandelt wurde.



Unweit der Stelle, an der in den Kriegsjahren die Errichtung der Großschaltstation geplant war, nahm kürzlich die Verbundgesellschaft ein Unterwerk in Betrieb, an das die bestehenden und die seit Kriegsende errichteten Anlagen angeschlossen wurden (Fig. 1). An dieses Unterwerk lassen sich die noch zu errichtenden Grosskraftwerke anschliessen. Ebenso können von diesem Unterwerk allfällige später zu errichtende Höchstspannungsleitungen für den Verbundbetrieb mit Italien und der Schweiz abgehen. Das Unterwerk ist somit bestimmt, eine wichtige Drehscheibe im europäischen Verbundbetrieb und ein bedeutender Knotenpunkt des Verbundnetzes Österreichs zu werden. Es erscheint daher angebracht, auf diese neue Anlage, die schon jetzt dem europäischen und dem österreichischen Verbundbetrieb dient, hinzuweisen.

In unmittelbarer Nähe des Unterwerkes Westtirol befindet sich ein Unterwerk der Landesgesellschaft für Tirol (TIWAG), in das die durch das Inntal führenden 110-kV-Leitungen der TIWAG eingeführt sind. Es sind dies die Doppelleitung in Richtung Vorarlberg, die im Unterwerk Bürs der Vorarlberger Illwerke AG endet, und die Doppelleitung in östlicher Richtung über Wilten nach Innsbruck mit Abzweigleitungen nach der Bundesrepublik Deutschland und nach Italien. Das Unterwerk Ötztal der TIWAG wurde an das neue Unterwerk Westtirol über einen Netzkupplentransformator 110/220 kV angeschlossen. An die Sammelschienen des Unterwerkes Westtirol ist die 220-kV-Doppelleitung der Verbundgesellschaft angeschlossen, die die Verbindung mit dem Großspeicherkraftwerk Kaprun herstellt. Vom Unterwerk Westtirol führt die erst kürzlich von der Verbundgesellschaft fertiggestellte Freileitung, die für 380 kV voll isoliert ist und vorerst mit 220 kV betrieben wird, Energietransporte zwischen Österreich und Deutschland durch. Eine von der TIWAG errichtete 220-kV-Doppelleitung verbindet das Kraftwerk Kaunertal mit dem Unterwerk Westtirol. Das neue Unterwerk ist so ausgelegt, dass es nach planmässig vorgesehener Erweiterung den Anschluss von weiteren 380-kV-Leitungen in Richtung Bürs, Italien und die Schweiz zulässt.

2. Bauweise der 220-kV-Freileitung [1] ¹⁾

Vorerst nimmt die 220-kV-Schaltanlage für sechs Freileitungsschaltfelder, Kupplung und einen Transformatorabgang eine Grundfläche von 6,7 ha in Anspruch, sie wird beim Vollausbau 15,3 ha betragen. Installiert wurden Doppelsammelschienen und Hilfsschienen. Die zu einem späteren Zeitpunkt zu errichtende 380-kV-Anlage wird nördlich der 220-kV-Anlage errichtet werden.

Die Sammel- und Hilfsschienen liegen in der oberen Spannungsebene und sind zwischen Portalen abgespannt. Sie können einen Dauerstrom von 2000 A führen und sind daher als Doppel-Bündel $2 \times 573/53$ mm² Stahlaluminium-Seil ausgeführt.

Um die Auslenkungen der Seile durch Wind und Kurzschlusskräfte im Zusammenhang mit sicheren Eingriffen der Scherentrennschalter beherrschen zu können, wurden die Phasenzüge relativ hoch bestimmt (3 t pro Phase, bzw. 1,5 t pro Seil). Da sich der Durchhang der Seile in Abhängigkeit von der Temperatur vergrößert oder verkleinert, die Kontaktbahnen der Scherentrenner aber nur eine beschränkte Änderung zulassen, müssen die Durchhangänderungen durch Einbau von Federelementen klein gehalten werden. Von der üblichen Anordnung der Ausgleichsfedern zwischen Seil und Kette wurde abgesehen. Dagegen wurden, um die nachträgliche Einstellung zu ermöglichen, in den Riegeln der Abspanngerüste am geerdeten Ende der Abspannketten, somit witterungsgeschützt und gefällig aussehend, Blattfedern der im Automobilbau üblichen Typen untergebracht. Es ist möglich, einzelne Federblätter nachträglich auszutauschen, um die angestrebte Federcharakteristik zu erreichen. Die Festlegung der Abstandhalter erfolgte auf Grund eingehender Versuche über die Wirkung der Kurzschlusskräfte. Die Seilmittlenabstände der Sammelschieneenteileiter wurden zu 400 mm und die Entfernung der Abstandhalter zu 750 mm gewählt, um Aufwärtsbewegungen bei Kurzschluss klein zu

halten. Die Verseilung der leistungsstarken Abzweigungen erfolgte ebenfalls in Bündelleiteranordnung. Den Verbindungen zwischen den einzelnen Geräten musste daher besondere Beachtung geschenkt werden. Auf Grund der erwähnten elektrodynamischen Kurzschlussversuche wurde eine enge Seilanordnung von 52 mm Seilmittlenabstand gewählt. Der Zwischenraum beider Seile von 20 mm wird durch Distanzstücke aufrecht erhalten, so dass beim Fliesen des Betriebsstromes die Seile nicht aneinander scheuern können. Die Verminderung der Dauerstrombelastbarkeit durch diese enge Anordnung beträgt nur 7 %. Um unzulässige Näherungen der Abzweigverteilung unter der Einwirkung der Kurzschlusskräfte zu vermeiden, wurde hier ein Phasenabstand von 4 m eingehalten.

3. Hochspannungsgeräte

Die Leistungsschalter sind durchwegs für die Nennabschaltleistung von 10 GVA ausgelegt, sind aber verschiedener Typen: Druckluftschalter mit Vielfachunterbrechung und ölarme Schalter, ebenfalls mit Vielfachunterbrechung und Federspeicherantrieb.

Die aufgestellten kombinierten Strom-Spannungswandler haben gegenüber den getrennten Stromwandlern und Spannungswandlern eine Ersparnis von 12 % ergeben. Die grosse Entfernung zwischen Schaltwarte und gesteuertem Abzweig bis zu 550 m zwang, die Wandlersekundärspannung für den Anschluss der Zähler auf 220 V festzulegen.

4. Erdungsanlage

Die in Österreich seit geraumer Zeit eingeführte starre Nullpunktterdung des 220-kV-Netzes und der angetroffene hohe spezifische Bodenwiderstand von 530..6900 Ω m zwangen zur Anordnung einer sehr dichten Erdungsanlage. Sie besteht aus in 60 cm Tiefe verlegten Kupferbändern von 40×3 mm bei 15 m Maschenweite mit zusätzlichen Steuerbändern schwächeren Querschnitts in geringerer Tiefe. Insgesamt wurden 19 km Bandkupfer verlegt. Die Freileitungserdseile wurden mit der Erdungsanlage verbunden und an den Rändern der Erdungsanlage Tiefenerder angeordnet. Zufolge der Reduktion der Freileitungserdseile ergab sich der Erdübergangswiderstand zu 0,35 Ω , der sich wirtschaftlich nicht weiter herabsetzen lässt.

5. Schaltwarte und Eigenbedarf

Der Entwurf der Schaltwarte und damit des Betriebsgebäudes war durch die Absicht bestimmt, ausreichende Übersichtlichkeit für eine Einmannbesetzung zu gewährleisten, woraus sich die Forderung nach Kleinhaltung der Abmessungen der Geräte ergibt. Die grosse Menge der unterzubringenden Geräte erschwerte allerdings die Erfüllung dieser Absicht. Schliesslich gelang im Kompromisswege eine zufriedenstellende Lösung, bei der die Zähler und Relais in der Ebene der Steuerwarte angeordnet wurden. Erwähnenswert ist die Kupferabschirmung der Mess- und Steuerkabel, um sie vor der Beeinflussung durch Trennerschaltungen zu schützen.

Die Eigenbedarfsversorgung erfolgt entweder aus dem benachbarten 25-kV-Netz oder bei dessen Störung durch ein selbst anlaufendes Dieselnotaggregat, dessen Generator in Selbsterregungsschaltung 125 kVA leistet. Die Höhe der von den Leuchtstoffröhren und den Kompressormotoren be-

¹⁾ Siehe Literatur am Schluss des Aufsatzes.

nötigten Blindleistung erforderte eine Kompensationseinstellung.

Um den Betrieb gesichert zu führen, wurden zwei pneumatisch getrennte Kompressoranlagen aufgestellt [2], der Niederdruckteil für die Trennerbetätigung, der Hochdruckteil für die Leistungsschalterbetätigung.

Zur baulichen Ausführung der Anlage ist ergänzend zu bemerken [3]:

Sie ist in Terrassen angeordnet, die 220-kV-Anlage auf Kote 680,85, Betriebsgebäude und Lagergebäude auf Kote 686, der mittlere Teil der späteren 380-kV-Anlage in gleicher Höhe, die seitlichen Teile um 2 bzw. 4 m tiefer. Durch das Kraftwerkgelände führt ein Bewässerungsgraben.

Die Schaltwarte befindet sich im ersten Stock des Betriebsgebäudes. Neben der Warte sind die Schutz-, Fernmess- und Zählleinrichtungen untergebracht. Im Erdgeschoss befinden sich u. a. die Verteileranlage des Eigenbedarfes, die 25-kV-Schaltanlage und die Druckluftanlage.

6. Kurzschlussfestigkeit [4]

Hohe Dauerstrombelastung von Sammelschienen und Geräten führt in Freiluftschaltanlagen, insbesondere bei grösseren Stützweiten, zur Verwendung von Bündelleitern. Die Bündelleiter zwischen Geräten, wie Leistungsschaltern und Trennern, werden unter Einhaltung der erforderlichen Luftstrecken wohl mit relativ niedrigen Seilzügen abgespannt und mit Abstandhaltern distanziert, aber im Fehlerfall ziehen hohe Kurzschlußströme die Bündelleiter zusammen, bedingen ausserdem ein Auslenken der Phasen und übertragen durch die damit verbundene Seildehnung beträchtliche dynamische Zusatzkräfte auf die empfindlichen Isolatoren. Bei biegesteifen Stromleitern, wie Rohren, die Querkräfte von der Nachbar-Phase aufnehmen können, ist die Berechnung der mechanischen Beanspruchung bei nicht zu grossen Stützweiten einfach und in technischen Leitsätzen niedergelegt. Da für die dynamischen Kräfte zufolge Anziehung der Teilleiter noch keine Rechenmethoden vorliegen, wurden von der österreichischen Verbundgesellschaft vor der Verseilung der Schaltanlage Westtirol im Juli 1963 in Wien eingehende elektrodynamische Kurzschlussversuche an Bündelleitern grossen Querschnitts $2 \times$ Stahlaluminium 573/53 mm² (Seildurchmesser 32,7 mm, Seilgewicht 2,05 kg/m) durchgeführt.

Um eine Beeinflussung der Rückleiter auf das getestete Seilbündel von 12 m Länge auszuschalten und eine kleine Impedanz zu erhalten, wurde eine symmetrische Versuchsanordnung gewählt; die Seile wurden starr über Isolierstücke zwischen 2 Mauern abgespannt, so dass keine zusätzlichen Federelemente und Massen die Messergebnisse beeinflussten.

Durch Änderung der Abstandhalter ($l = 1, 3, 6$ und 12 m) mit einem jeweils eingestellten Bündelleiter-Mittenabstand ($t = 35, 45, 60, 85, 200$ und 800 mm) wurde im Zusammenhang mit verschiedenen Stromstärken bis effektiv 21,5 kA eine grosse Anzahl von Messwerten zur Ausarbeitung von Kurven ermittelt. Die Kurzschlußstromdauer betrug in sämtlichen Versuchen etwa 0,2 s. Für das Seil Stahlaluminium 573/53 wurden z. B. bei 21 kA (statische Zugkraft 130 kp) die maximalen dynamischen Zugkräfte pro Phase gemäss Tabelle I ermittelt.

Nur bei den grösseren Seilmittenabständen (z. B. über 600 mm bei 20 kA) ist bei Stromimpulsen von 200 ms

Bündelleiterabstand mm	Abstandhalterentfernung m	Maximale Zugkraft kp
35	3	317
45	1	299
45	3	255
45	12	225
85	1	605
85	3	474
85	6	513
200	1	375
200	3	524
200	12	463
800	1	237
800	3	279

Dauer der Ablauf der Zusammenbewegung der Teilleiter noch nicht abgeschlossen, so dass die Zugkräfte sich noch erhöhen.

Bei schwächeren Seilquerschnitten können wegen der niedrigeren Biegesteifigkeit und Masse noch höhere Beanspruchungen durch das Zusammenschnüren der Teilleiter bzw. Ausschwingen der Phasenleiter auftreten. Die Auslenkung der Phasenleiter ist etwa direkt proportional dem Stromquadrat und der Stromdauer und nimmt ab mit dem Seilgewicht und Phasenabstand.

Bei bestimmten Seilanordnungen und Stromimpulsen schlagen die Teilleiter der Phasen zusammen. Zeitlupe-Filmaufnahmen und theoretische Überlegungen zeigen, dass die «Seilberührungszeit» mit dem Seilgewicht und Teilleiterabstand zu- und mit der linearen Grösse des Kurzschlussstromes abnimmt; ein Stahlaluminium-Seil 573/53 benötigt bei 21 kA nur etwa 70 ms zwischen Beginn des Stromflusses und Berührung der Teilleiter im Abstand von 200 mm. Bei kleineren Seilabständen wird die maximale Zugspannungsänderung innerhalb einer Halbwelle des Kurzschlußstromes erreicht.

Der maximale dreipolige Stosskurzschlußstrom der 220-kV-Sammelschienen des UW-Westtirol beträgt derzeit 13 kA. Um auch der weiteren Entwicklung der Kurzschlussleistung Rechnung zu tragen, wurde die Kurzschlussfestigkeit der Anlage entsprechend den Schaltern auf etwa 25 kA abgestimmt. Unter Berücksichtigung der heute übersehbaren Ausbauten wird auch dieser Wert im Endausbau erheblich überschritten werden.

Die dynamische Zugspannungsänderung durch die Bündelleiteranziehung im Kurzschlussfall wurde in der Höhe des statisch zulässigen Seilzuges zugelassen; damit liegt je nach Gerätetyp die Kurzzeitlast der Geräteisolatorenordnung etwa bei 33 % und 50 % der kleinsten Grenzlast.

Aus dem Gesagten ist ersichtlich, dass durch die Steigerung der Energietransporte auch im Schaltanlagenbau neue Fragen und Sonderaufgaben auftreten, zu deren Lösung auch die österreichische Elektrizitätswirtschaft ihre Beiträge leistet.

Literatur

- [1] K. Moraw: Das Umspannwerk Westtirol. ÖZE 18(1965)1, S. 2...9.
- [2] H. Haardt: Die Druckluftanlage im Umspannwerk Westtirol. ÖZE 18(1965)1, S. 9...12.
- [3] F. Regnier: Die baulichen Anlagen des Umspannwerkes Westtirol. ÖZE 18(1965)1, S. 13...18.
- [4] E. Wagner: Dauer- und Kurzschlussbeanspruchung von Bündelleitern in Hochspannungsschaltanlagen. ÖZE 18(1965)1, S. 18...25.

Adresse der Autoren:

Prof. Dr. E. Königshofer und Dipl.-Ing. E. Wagner, Österreichische Elektrizitätswirtschafts-Aktiengesellschaft, Am Hof 6A, Postfach 67, Wien I (Österreich).

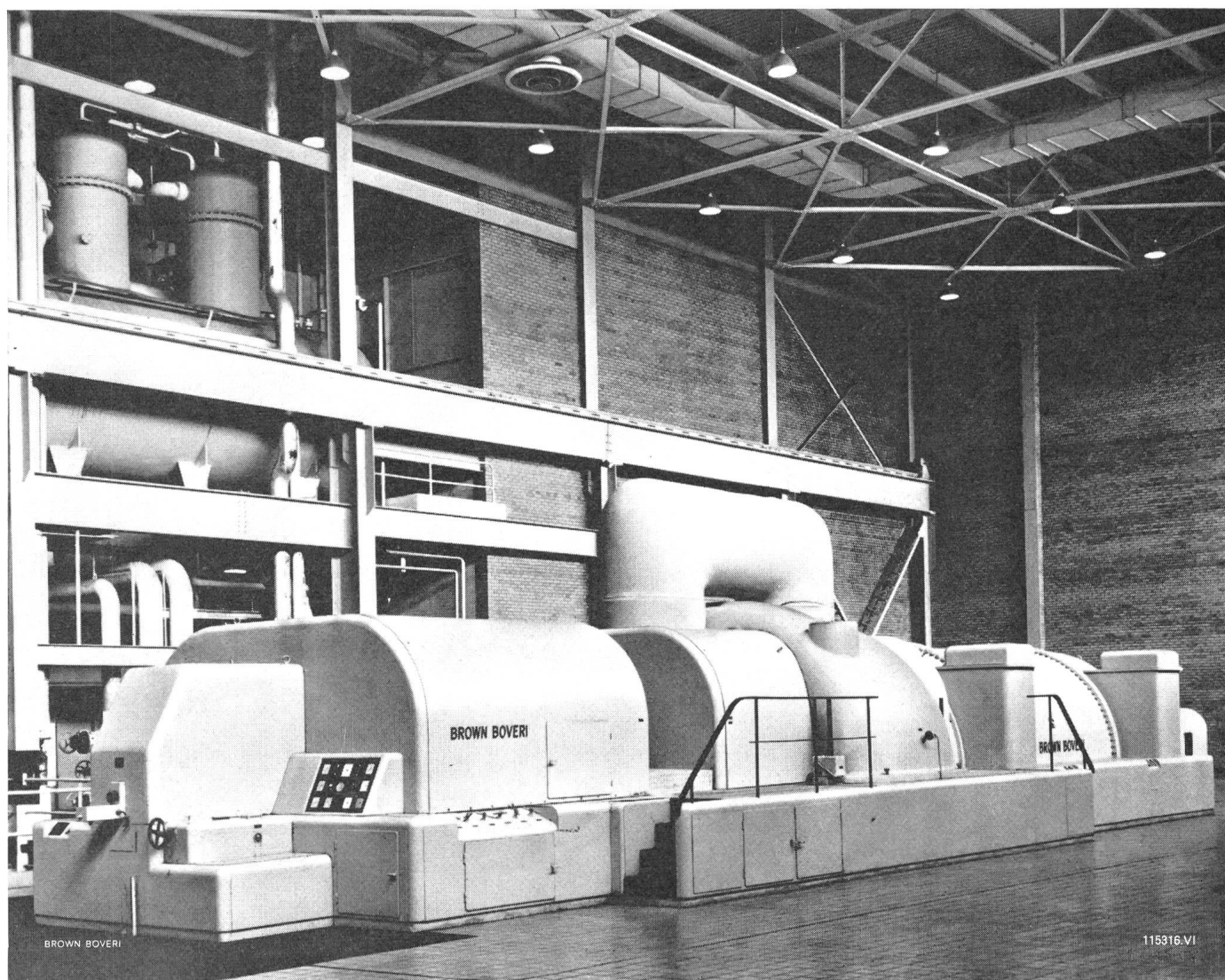
Thermische Kraftwerke für nukleare oder fossile Brennstoffe



Dampf- und Gasturbinen, Schaltmaterial für alle Kraftwerkanwendungen. Umfassende Erfahrungen in Projektierung, Planung, Lieferung; Montage von Kraftwerkteilen oder Gesamtanlagen

Wir übernehmen die Aufgaben des Generalunternehmers oder Federführers

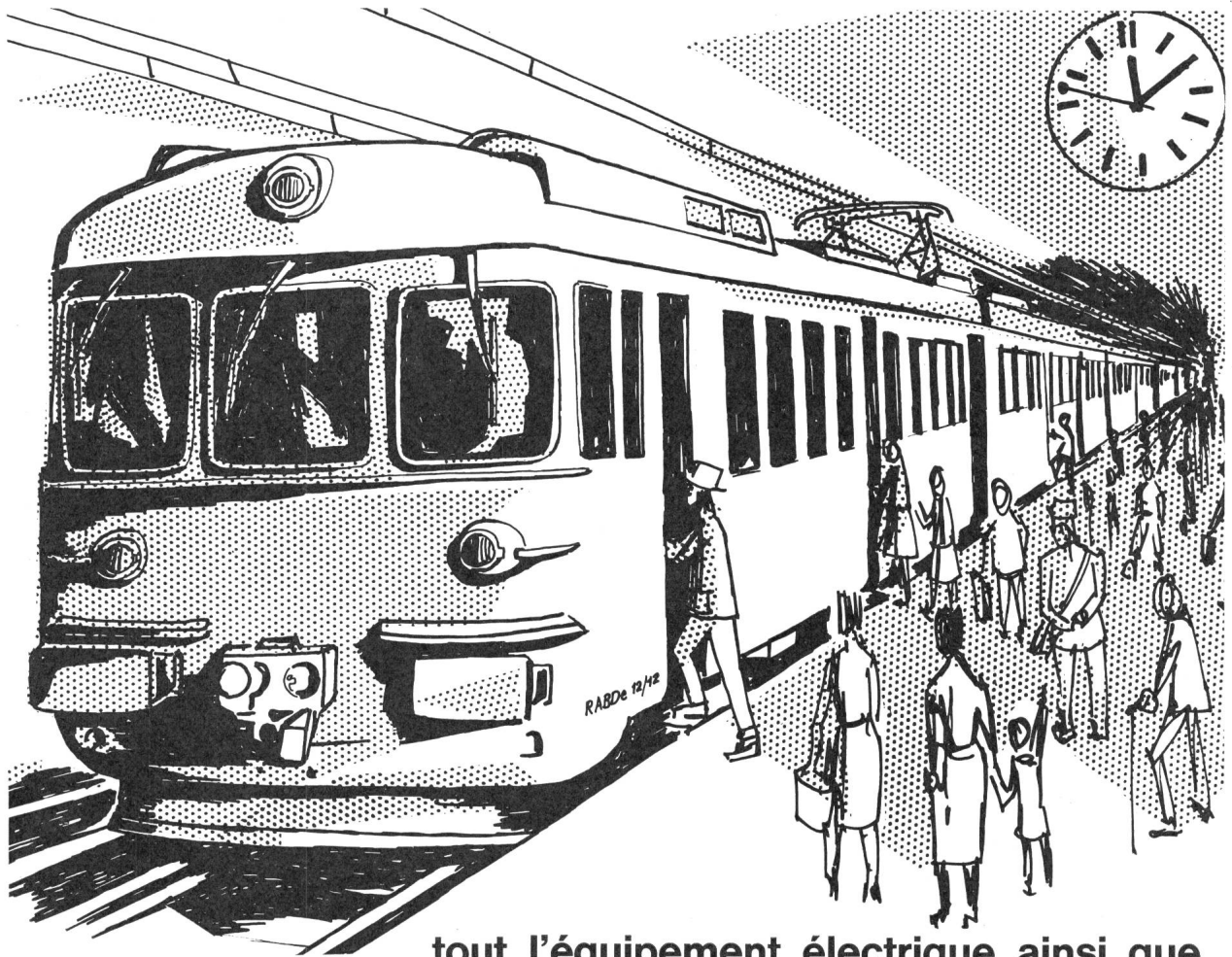
Diese 75-MW-Dampfturbogruppe ist seit 1958 in einer Anlage in Kanada in Betrieb



BROWN BOVERI

Aktiengesellschaft Brown, Boveri & Cie., Baden (Schweiz)

sécheron toujours à l'avant-garde
construit pour les
CHEMINS DE FER FEDERAUX SUISSES



tout l'équipement électrique ainsi que
la commande électronique automatique
pour le réglage de la vitesse pour

20 RAMES DE BANLIEUE DE 3300 ch

S. A. des Ateliers de Sécheron, 1211 Genève 21

L 120f